

**PENJADWALAN *FLOWSHOP* DENGAN PERTIMBANGAN  
*SETUP, PROCESSING, DAN REMOVAL TIME* TERPISAH  
UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN*  
(Studi Kasus UD PRIMA GRAFIKA)**

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik

Dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**RESTU DILLA VIRGIANITA**

**201410140311098**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### **PENJADWALAN *FLOWSHOP* DENGAN PERTIMBANGAN *SETUP, PROCESSING, DAN REMOVAL TIME* TERPISAH UNTUK MEMINIMASI *MAKESPAN* (Studi Kasus UD PRIMA GRAFIKA)**



Disusun Oleh:  
RESTU DILLA VIRGIANITA  
201410140311098

Menyetujui dan Mengesahkan :

Malang, 14 Agustus 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Annisa Kesy Garside, S.T., M.T.

Dana Marsetya Utama, S.T., M.T.

NIP : 10899090344

NIP : 10814100566



Mengesahkan,  
Ketua Jurusan

Hyas Mas'udin, M.Eng., Scin., PhD

NIP : 10802030364

## KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT. atas Berkat, Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya, sehingga penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Penjadwalan *Flowshop* Dengan Pertimbangan *Setup, Processing, Dan Removal Time* Terpisah Untuk Meminimasi *Makespan*” ini telah terselesaikan sebagai persyaratan akademik untuk mencapai gelar sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.

Penghargaan dan terima kasih yang sebanyak dan setulus-tulusnya kepada orang tua saya tercinta yang telah mencurahkan segenap cinta dan kasih sayang serta perhatian moril maupun materil. Semoga Allah SWT. selalu melimpahkan rahmat, kesehatan, karunia dan keberkahan di dunia dan akhirat atas budi baik yang telah diberikan.

Saya menyadari bahwa dalam proses penulisan Tugas Akhir banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerjasama dari berbagai pihak dan berkah dari Allah SWT. Sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Untuk itu saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ilyas Mas’udin, M.log., Scm., PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang.
2. Ibu Shanty Kusuma Dewi, S.T, M.T selaku koordinator Skripsi.
3. Ibu Annisa Kesy Garside, S.T, M.T selaku dosen pembimbing 1 yang telah dengan sabar, tekun, tulus, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan saran-saran yang sangat berharga kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dana Marsetya Utama, S.T, M.T selaku dosen pembimbing 2 yang telah dengan sabar, tekun, tulus, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan saran-saran yang sangat berharga kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Fatmawati (si gembul) dan Fadli Hadi Fadillah, sahabat yang selalu mengerti dan selalu ada disaat bahagia dan sedih dan selalu memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi. Fadli Hadi Fadillah yang selalu sabar dan selalu

pengertian saat aku marah-marah gak jelas dan mau baikan lagi setelah kita berantem. Hehehe...

6. Tyas Yuli Rosiani (bebskii akyuu), partner belajar, partner di dunia per-skincare-an, dan partner ngerjain skripsi yang selalu memberikan motivasi mengerjakan tugas dan skripsi, teman seperjuangan mencari tempat penelitian melewati badai, hujan, panas, dan tak kenal lelah. Wkwkwk....
7. Ayuni, si gendut yang selalu mengingatkan untuk terus berpikir positif dan semangat terus dalam mengerjakan skripsi. Teman yang selalu perhatian. Gak marah walaupun aku bully. Selalu memberi saran-saran positif.
8. Desi dan amel, teman per-skripsi-an yang selalu memberikan motivasi mengerjakan skripsi. Maafin aku suka membully kamu ya des.... hehe
9. Keluarga Teknik Industri kelas C 2014 khususnya dan Teknik Industri angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat dan motivasi.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua dan semoga apa yang telah diusahakan ini bisa bermanfaat bagi banyak orang. Aamiin.

Malang, 14 Agustus 2018

Restu Dilla Virgianita

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	
LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI .....	
BERITA ACARA UJIAN.....	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....	
SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	
KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah dan Asumsi.....	4
BAB II LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Pengertian Penjadwalan .....	5
2.2 Tujuan Penjadwalan .....	5
2.3 Jenis-jenis Aliran Produksi.....	6
2.4 Klasifikasi Penjadwalan .....	8
2.5 Kriteria dalam Penjadwalan .....	9
2.6 <i>Setup Time dan Removal Time</i> .....	10
2.7 Klasifikasi <i>Flowshop</i> Dengan <i>Setup Time</i> .....	11
2.8 Studi Literatur <i>Flowshop</i> Dengan Pertimbangan <i>Setup dan Removal Time</i> .....	12
2.9 Algoritma Sule & Huang.....	15
2.10 Algoritma Nawaz Ensore Ham.....	17

2.11	Algoritma DFFP .....	18
2.12	Uji Performansi .....	19
2.13	Aturan Prioritas ( <i>Priority dispatching rules</i> ) .....	20
2.14	<i>Gantt Chart</i> .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>23</b>
3.1	<i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian.....	23
3.2	Deskripsi Metodologi Penelitian .....	24
3.2.1	Identifikasi dan Penelitian Awal.....	24
3.2.2	Pengumpulan Data.....	24
3.2.3	Uji Performansi Algoritma Usulan.....	26
3.2.4	Pengolahan Data Perusahaan.....	27
3.2.5	Analisa dan Interpretasi Hasil.....	30
3.2.6	Kesimpulan dan Saran.....	31
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>		<b>32</b>
4.1	Deskripsi Perusahaan .....	32
4.2	Pengumpulan Data .....	36
4.2.1	<i>Data Order Customer</i> .....	36
4.2.2	Data mesin yang digunakan .....	37
4.2.3	Data waktu .....	38
4.3	<i>Numerical Experiment</i> dan Uji Performansi Algoritma Usulan.....	39
4.3.1	<i>Numerical Experiment</i> Algoritma FCFS ( <i>First Come First Serve</i> ) .....	40
4.3.2	<i>Numerical Experiment</i> dengan Algoritma Sule & Huang <i>decision rule</i> I.....	41
4.3.3	<i>Numerical Experiment</i> dengan Algoritma Sule & Huang <i>decision rule</i> II.....	42
4.3.4	<i>Numerical Experiment</i> dengan Algoritma DFFP.....	45
4.3.5	<i>Numerical Experiment</i> dengan Algoritma Usulan .....	48
4.3.6	<i>Gantt Chart Numerical Experiment</i> .....	60
4.3.7	Uji Performansi Algoritma Usulan .....	65
4.4	Pengolahan Data Perusahaan.....	68

4.4.1	Perhitungan Waktu Proses Keseluruhan <i>Order</i> Untuk Penjadwalan dengan Data Perusahaan .....	68
4.4.2	Penjadwalan Produksi Awal Perusahaan dengan Algoritma FCFS ( <i>First Come First Serve</i> ) .....	70
4.4.3	Penjadwalan Produksi Perusahaan dengan Algoritma Sule & Huang <i>decision rule I</i> .....	72
4.4.4	Penjadwalan dengan Algoritma Sule & Huang <i>decision rule II</i> .....	76
4.4.5	Penjadwalan dengan Algoritma Usulan .....	83
<b>BAB V ANALISA PEMBAHASAN .....</b>		<b>93</b>
5.1	Analisa Pengembangan Algoritma .....	93
5.2	Analisa <i>Numerical Experiment</i> & Uji Performansi Algoritma Usulan.....	94
5.2.1	<i>Numerical Experiment</i> .....	94
5.2.2	Analisa Uji Performansi Algoritma Usulan .....	94
5.3	Analisa Penjadwalan Produksi Berdasarkan Kasus di Perusahaan .....	96
5.3.1	Analisa Penjadwalan Produksi Berdasarkan Kondisi Awal Perusahaan.....	96
5.3.2	Analisa Penjadwalan Produksi Perusahaan dengan Algoritma Sule & Huang <i>Decision Rule I</i> .....	97
5.3.3	Analisa Penjadwalan Produksi Perusahaan dengan Algoritma Sule & Huang <i>Decision Rule II</i> .....	98
5.3.4	Analisa Penjadwalan Produksi Perusahaan dengan Algoritma Usulan.....	99
5.4	Analisa Perbandingan <i>Makespan</i> Algoritma Awal (FCFS), Algoritma Sule & Huang <i>decision rule I</i> dan <i>decision rule II</i> , dan Algoritma Usulan .....	103
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>108</b>
6.1	Kesimpulan.....	108
6.2	Saran .....	109
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>		
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xii</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu penjadwalan produksi flowshop dengan <i>setup</i> , <i>processing</i> , dan <i>removal time</i> terpisah .....	12
Tabel 3.6 Perbedaan algoritma Sule & Huang <i>decision rule</i> II dengan algoritma usulan.. .....	29
Tabel 4.1 Spesifikasi mesin cetak .....	34
Tabel 4.2 Spesifikasi mesin potong .....	35
Tabel 4.3 Spesifikasi mesin plong .....	36
Tabel 4.4 Data <i>order customer</i> .....	36
Tabel 4.5 Pembagian lot pengerjaan <i>job</i> .....	37
Tabel 4.6 Data jumlah mesin yang dipakai.....	37
Tabel 4.7 Data waktu <i>setup</i> dan <i>removal</i> di mesin cetak .....	38
Tabel 4.8 Data waktu <i>setup</i> dan <i>removal</i> di mesin potong .....	38
Tabel 4.9 Data waktu <i>setup</i> dan <i>removal</i> di mesin plong .....	39
Tabel 4.10 Data waktu proses di mesin cetak, potong dan plong .....	39
Tabel 4.11 Data waktu untuk <i>numerical experiment</i> ke-1 .....	40
Tabel 4.12 Hasil perhitungan dengan algoritma FCFS .....	41
Tabel 4.13 Hasil perhitungan <i>key factors</i> 1 dan 2.....	41
Tabel 4.14 Penentuan <i>job</i> di posisi pertama untuk <i>numerical experiment</i> 1 .....	43
Tabel 4.15 Penentuan <i>job</i> di posisi kedua dengan J1 sebagai <i>job</i> pertama.....	45
Tabel 4.16 Hasil perhitungan waktu proses masing-masing mesin bantu .....	47
Tabel 4.17 Hasil perhitungan <i>idle time</i> untuk urutan J2-J1 .....	50
Tabel 4.18 Penentuan <i>job</i> di posisi ketiga.....	52
Tabel 4.19 Hasil perhitungan <i>idle time</i> untuk urutan J1-J4-J2.....	53
Tabel 4.20 Hasil perhitungan <i>idle time</i> untuk urutan J4-J1 .....	54
Tabel 4.21 Hasil perhitungan <i>idle time</i> untuk urutan J4-J1-J2.....	55
Tabel 4.22 Hasil <i>idle time</i> untuk J3.....	56
Tabel 4.23 Hasil <i>idle time</i> untuk J1-J4-J3.....	57
Tabel 4.24 Hasil perhitungan waktu penyelesaian untuk J1-J4-J3-J2 .....	57
Tabel 4.25 Hasil <i>idle time</i> untuk J1-J3-J4.....	58
Tabel 4.26 Hasil perhitungan waktu penyelesaian untuk J1-J3-J4-J2 .....	58
Tabel 4.27 Hasil <i>idle time</i> untuk J3-J1.....	58



Tabel 4.28 Hasil <i>idle time</i> untuk J3-J1-J4.....	59
Tabel 4.29 Hasil <i>idle time</i> untuk J3-J1-J4-J2.....	59
Tabel 4.30 Hasil <i>makespan</i> dari <i>numerical experiment</i> .....	65
Tabel 4.31 Rekapitulasi hasil <i>efficiency index</i> (EI).....	66
Tabel 4.32 Rekapitulasi hasil <i>relative error</i> .....	67
Tabel 4.33 Matriks waktu proses setelah dikalikan seluruh <i>order</i> .....	69
Tabel 4.34 Matriks waktu untuk penjadwalan produksi perusahaan .....	70
Tabel 4.35 Waktu penyelesaian seluruh job pada M1 dengan algoritma FCFS ...	71
Tabel 4.36 Waktu penyelesaian seluruh job pada M2 dengan algoritma FCFS ...	71
Tabel 4.37 Waktu penyelesaian seluruh job pada M3 dengan algoritma FCFS ...	72
Tabel 4.38 Nilai <i>key factor</i> 1 dan 2 algoritma Sule & Huang <i>decision rule</i> I.....	73
Tabel 4.39 Waktu Penyelesaian pada M1 algoritms Sule & Huang <i>decision rule</i> I .....	74
Tabel 4.40 Waktu Penyelesaian pada M2 algoritms Sule & Huang <i>decision rule</i> I .....	75
Tabel 4.41 Waktu Penyelesaian pada M3 algoritms Sule & Huang <i>decision rule</i> I .....	75
Tabel 4.42 Penentuan <i>job</i> di posisi pertama.....	76
Tabel 4.43 Penentuan <i>job</i> di posisi kedua dengan J9 sebagai <i>job</i> pertama.....	79
Tabel 4.44 Penentuan <i>job</i> di posisi kedua dengan J10 sebagai <i>job</i> pertama.....	80
Tabel 4.45 Penjadwalan Sule & Huang <i>decision rule</i> II di M1.....	82
Tabel 4.46 Penjadwalan Sule & Huang <i>decision rule</i> II di M2 .....	82
Tabel 4.47 Penjadwalan Sule & Huang <i>decision rule</i> II di M3 .....	82
Tabel 4.48 <i>Idle time</i> urutan J10-J9.....	85
Tabel 4.49 Penentuan <i>job</i> ketiga dengan J9-J10 sebagai <i>job</i> pertama dan kedua.	88
Tabel 4.50 Penjadwalan algoritma usulan dengan urutan J9-J12-J10 .....	88
Tabel 4.51 Nilai <i>idle time</i> urutan J12-J9 .....	89
Tabel 4.52 Penjadwalan algoritma usulan dengan urutan J12-J9-J10 .....	89
Tabel 4.53 Waktu penyelesaian seluruh <i>job</i> pada M1 dengan algoritma usulan..	91
Tabel 4.54 Waktu penyelesaian seluruh <i>job</i> pada M2 dengan algoritma usulan..	91
Tabel 4.55 Waktu penyelesaian seluruh <i>job</i> pada M3 dengan algoritma usulan..	92

Tabel 5.1 Perbandingan <i>makespan</i> algoritma awal, algoritma Sule & Huang <i>decision rule</i> I dan <i>decision rule</i> II, dan algoritma usulan.....	104
Tabel 5.2 Perbandingan <i>completion processing time</i> algoritma awal, algoritma Sule & Huang <i>decision rule</i> I dan <i>decision rule</i> II, dan algoritma usulan .....	106



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola aliran <i>pure flowshop</i> .....	7
Gambar 2.2 Pola aliran <i>general flowshop</i> .....	7
Gambar 2.3 Pola aliran <i>jobshop</i> .....	7
Gambar 2.4 Klasifikasi <i>flowshop</i> dengan <i>setup time</i> .....	11
Gambar 2.5 Contoh <i>gantt chart</i> .....	21
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> metodologi penelitian .....	23
Gambar 4.1 Diagram alir produksi.....	33
Gambar 4.2 Mesin cetak .....	34
Gambar 4.3 Mesin potong.....	35
Gambar 4.4 Mesin plong.....	36
Gambar 4.5 <i>Gantt chart</i> algoritma FCFS ( <i>First Come First Serve</i> ) .....	60
Gambar 4.6 <i>Gantt chart</i> algoritma Sule & Huang <i>decision rule I</i> .....	60
Gambar 4.7 <i>Gantt chart</i> algoritma Sule & Huang <i>decision rule II</i> .....	61
Gambar 4.8 <i>Gantt chart</i> algoritma DFFP <i>auxiliary problem 1</i> .....	61
Gambar 4.9 <i>Gantt chart</i> algoritma DFFP <i>auxiliary problem 2</i> .....	61
Gambar 4.10 <i>Gantt chart</i> algoritma usulan (J2 pada posisi ke-2) .....	62
Gambar 4.11 <i>Gantt chart</i> algoritma usulan (J2 pada posisi ke-1) .....	62
Gambar 4.12 <i>Gantt chart</i> algoritma usulan (J4 pada posisi ke-3) .....	62
Gambar 4.13 <i>Gantt chart</i> algoritma usulan (J4 pada posisi ke-2) .....	63
Gambar 4.14 <i>Gantt chart</i> algoritma usulan (J4 pada posisi ke-1) .....	63
Gambar 4.15 <i>Gantt chart</i> algoritma usulan (J3 pada posisi ke-4) .....	63
Gambar 4.16 <i>Gantt chart</i> algoritma usulan (J3 pada posisi ke-3) .....	63
Gambar 4.17 <i>Gantt chart</i> algoritma usulan (J3 pada posisi ke-2) .....	64
Gambar 4.18 <i>Gantt chart</i> algoritma usulan (J3 pada posisi ke-1) .....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Data <i>Numerical Experiment</i> .....	
Pengolahan <i>Numerical Experiment</i> dengan Algoritma FCFS .....	
Pengolahan <i>Numerical Experiment</i> dengan Algoritma Sule & Huang <i>Decision Rule</i> I .....	
Pengolahan <i>Numerical Experiment</i> dengan Algoritma Sule & Huang <i>Decision Rule</i> II .....	
Pengolahan <i>Numerical Experiment</i> dengan Algoritma DFFP .....	
Pengolahan <i>Numerical Experiment</i> dengan Algoritma Usulan .....	
Pengolahan Data perusahaan dengan Algoritma Sule & Huang <i>Decision Rule</i> II ...	
Pengolahan Data perusahaan dengan Algoritma Usulan .....	



## DAFTAR PUSTAKA

- ALDOWAISAN, T. & ALLAHVERDI, A. 1998. Total flowtime in no-wait flowshops with separated setup times. *Computers & Operations Research*, 25, 757-765.
- ALLAHVERDI, A. 2000. Minimizing mean flowtime in a two-machine flowshop with sequence-independent setup times. *Computers & Operations Research*, 27, 111-127.
- ALLAHVERDI, A. & AL-ANZI, F. S. 2006. A branch-and-bound algorithm for three-machine flowshop scheduling problem to minimize total completion time with separate setup times. *European Journal of Operational Research*, 169, 767-780.
- ALLAHVERDI, A. & ALDOWAISAN, T. 1998. Job lateness in flowshops with setup and removal times separated. *Journal of the Operational Research Society*, 49, 1001-1006.
- AYDILEK, A., AYDILEK, H. & ALLAHVERDI, A. 2017. Minimising maximum tardiness in assembly flowshops with setup times. *International Journal of Production Research*, 1-25.
- BAGGA, P. & KHURANA, K. 1986. Two-machine flowshop with separated sequenceindependent setup times: mean completion time criterion. *Indian Journal of Management and Systems*, 2, 47-57.
- BAKER, K. R. & TRIETSCH, D. 2009. Principles of sequencing and scheduling, A John Willey & Sons. Inc. Publication, New Jersey.
- CAO, J. & BEDWORTH, D. D. 1992. Flow shop scheduling in serial multi-product processes with transfer and set-up times. *The International Journal Of Production Research*, 30, 1819-1830.
- CHENG, T. E., GUPTA, J. N. & WANG, G. 2000. A review of flowshop scheduling research with setup times. *Production and operations management*, 9, 262-282.
- DILEEPAN, P. & SEN, T. 1991. Job lateness in a two-machine flowshop with setup times separated. *Computers & operations research*, 18, 549-556.
- GINTING, R. 2009. Penjadwalan Mesin. *Yogyakarta: Graha Ilmu*.

- GUPTA, J. N., STRUSEVICH, V. A. & ZWANEVELD, C. M. 1997. Two-stage no-wait scheduling models with setup and removal times separated. *Computers & Operations Research*, 24, 1025-1031.
- GUPTA, J. N. & TUNC, E. A. 1994. Scheduling a two-stage hybrid flowshop with separable setup and removal times. *European Journal of Operational Research*, 77, 415-428.
- HEIZER, J. & RENDER, B. 2015. Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan. Jakarta: Salemba Empat.
- KHURANA, K. & BAGGA, P. 1984. Minimizing the makespan in a 2-machine flowshop with time lags and setup conditions. *Mathematical Methods of Operations Research*, 28, 163-174.
- KHURANA, K. & BAGGA, P. 1985. Scheduling of job-block with deadline in  $n \times 2$  flowshop problem with separated setup times. *Indian Journal of Pure Applied Mathematics*, 16, 213-224.
- LOGENDRAN, R. & SRISKANDARAJAH, C. 1993. Two-machine group scheduling problem with blocking and anticipatory setups. *European Journal of Operational Research*, 69, 467-481.
- NABESHIMA, I. & MARUYAMA, S. 1984. Two-and three-machine flow-shop makespan scheduling problems with additional times separated from processing times. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 27, 348-367.
- PINEDO, M. 2012. *Scheduling*, Springer.
- POUR, H. D. 2001. A new heuristic for the  $n$ -job,  $m$ -machine flow-shop problem. *Production Planning & Control*, 12, 648-653.
- PROUST, C., GUPTA, J. & DESCHAMPS, V. 1991. Flowshop scheduling with set-up, processing and removal times separated. *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH*, 29, 479-493.
- RAJENDRAN, C. & ZIEGLER, H. 1997. Heuristics for scheduling in a flowshop with setup, processing and removal times separated. *Production Planning & Control*, 8, 568-576.

- SULE, D. R. 1982. Sequencing n jobs on two machines with setup, processing and removal times separated. *Naval Research Logistics (NRL)*, 29, 517-519.
- SULE, D. R. & HUANG, K. Y. 1983. Sequency on two and three machines with setup, processing and removal times separated. *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH*, 21, 723-732.
- SZWARC, W. 1983. Flow shop problems with time lags. *Management Science*, 29, 477-481.
- SZWARC, W. 1986. The flow shop problem with time lags and separated setup times. *Zeitschrift für Operations Research*, 30, B15-B22.
- YIP, Y., CHENG, C.-Y. & LOW, C. 2006. Sequencing of an M machine flow shop with setup, processing and removal times separated. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30, 286-296.
- YOSHIDA, T. & HITOMI, K. 1979. Optimal two-stage production scheduling with setup times separated. *AIIE transactions*, 11, 261-263.